

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-087230

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

(21)Application number : 09-250134

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing :

01.09.1997

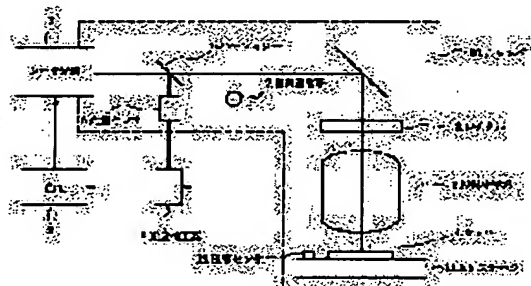
(72)Inventor : KOIDE HIROYUKI

(54) ALIGNER AND MANUFACTURE OF DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the effects on the irradiated beams by oxygen on a laser optical path by a method, wherein illumination light control means provided with a light quantity detecting means of illumination light and oxygen concentration detecting means for detecting the oxygen concentration on the optical path of the illumination light is equipped.

SOLUTION: A part of laser beams is extracted by a half-mirror 5, to be measured with a light quantity sensor 6. Next, when an excimer laser of ArF, etc., is used, the matching fluctuations in the measured value of the light quantity sensor 6 and the actual exposure amount of a wafer is caused by the effect of oxygen existent inside a chamber. Accordingly, the oxygen concentration inside the chamber is measured by an oxygen concentration meter, so as to use correcting means of light quantity sensor 6 value based on the measured value. As for this correcting means, e.g. the matching correction coefficient of the measured value of the sensor 6 using the oxygen concentration inside the chamber before exposure with the actual exposure amount of the wafer are processed in advance, so that a matching correction coefficient transferable means making reference to the oxygen concentration may be applicable in the exposure time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-87230

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	P I	
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 6 Z
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-250134

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月1日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 小出 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

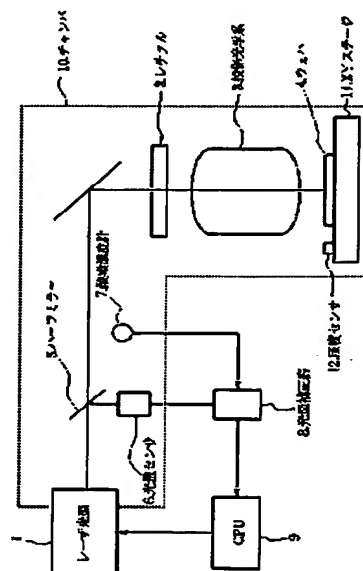
(74) 代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 露光装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザ光路上の散素による照射光への影響を抑制し、高精度に露光を行い得る露光装置を提供することにある。

【構成】 転写用パターンが形成されたマスクのマスクパターンを露光用の照明光により感光体上に転写する露光装置において、該照明光の光路上の散素による該照明光の吸収が前記感光体上へ照射される照射光へ与える影響を抑制するために、照明光の光量検出手段と照明光の光路上の散素濃度を検出する散素濃度検出手段とを具備する照射光制御手段を有することを特徴とする露光装置。



(2)

特開平11-87230

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 転写用パターンが形成されたマスクのマスクパターンを露光用の照明光により感光体上に転写する露光装置において、該照明光の光路上の酸素による該照明光の吸収が前記感光体上へ照射される照射光へ与える影響を抑制するために、該照明光の光量検出手段と前記照明光の光路上の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを具備する照射光制御手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記照射光制御手段は、酸素分子による前記照明光の吸収を補償して前記照射光が一定となるように、前記酸素濃度検出手段により検出された酸素濃度値に基づいて前記光量検出手段により検出される光量測定値の補正を行うものであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記照射光制御手段は、前記照明光の光路を外気から遮断するための気密室と該気密室内の酸素濃度を調節する手段とを更に有し、前記気密室内の酸素濃度が前記照射光へ影響を及ぼさない値以下である時のみ前記光量検出手段による光量計測を行うものであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項4】 前記気密室内の酸素濃度を調節する手段は、前記気密室に酸素を導入するものであることを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

【請求項5】 前記露光用の照明光として、エキシマレーザを使用することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の露光装置。

【請求項6】 前記エキシマレーザがA r FレーザまたはF₂レーザであることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項7】 転写用パターンが形成されたマスクのマスクパターンを露光用の照明光により感光体上に転写してデバイスを製造する方法において、該照明光の光量検出工程と、該照明光の光路上の酸素による該照明光の吸収が前記感光体上へ照射される照射光へ与える影響を抑制するために、前記照明光の光路上の酸素濃度を検出する酸素濃度検出工程とにより前記照射光の光量を制御することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項8】 前記照射光の光量を制御することにより前記感光体上に照射される必要な露光量を計測することを特徴とする請求項7に記載のデバイス製造方法。

【請求項9】 前記照射光の光量を制御することにより前記感光体上に照射される照射光の照度ムラを計測することを特徴とする請求項7または8に記載のデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等を製造する際に使用される露光装置に関するものである。

2

【0002】

【従来の技術】半導体露光装置等の露光装置においては、目標とする露光量でウエハ等の感光体を露光することが要求される。感光体上の露光量を直接計測して露光量制御を行うことは困難であるため、従来の露光装置においては、図9に示すように、光源51から出力された照明光の一部をハーフミラー52で取り出して光量センサ53で計測し、この光量センサ53の計測値を基準に、感光体54が目標とする露光量で露光されるように露光量制御を行っている。ここで光量センサ53の値と、感光体54の露光量の関係は露光前にあらかじめ校正が行われる。

【0003】また、半導体露光装置等の露光装置においては、装置の光学系55の性能を評価するために、像面の照度ムラ計測が行われる。従来の露光装置においては、照度センサ56を像面に配置し、この照度センサ56を像面上の複数の測定点へステップさせ、それぞれの測定点にて照度計測を行い、照度分布を求めている。光源51から発せられる露光エネルギーのばらつきによる測定誤差を取り除くため、光量センサ53にて光源の照度W_sを、照度センサ56にて像面照度W_wを計測し、各測定点のW_w/W_sの値より照度ムラを求めている。

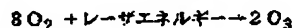
【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術における露光量制御は、露光前に校正された光量センサの値と感光体の露光量の関係が露光時においても保持されるという条件のもとで成立する技術であった。

【0005】近年、半導体露光装置においては、半導体の微細化の要求とともに、光源としてA r F等のエキシマレーザを光源として利用している。光源として波長の短いA r F等のエキシマレーザを用いて露光を行った場合、光源から発せられたエキシマレーザのエネルギーの一部は、空気中の酸素分子O₂により吸収され、オゾンO₃化するためのエネルギーとして使用される。以上のことは、化学的に、次のように表すことができる。

【0006】

【化1】



このため、光源にA r F等のエキシマレーザを用いて露光を行った場合、レーザ光路上の酸素分子量により、ウエハに到達する露光エネルギー量は変動するという問題があった。図7へ酸素分子量とウエハに到達する露光エネルギー量の関係を示す。

【0007】光源のエネルギー量をE₁、酸素分子に吸収されるエネルギー量をE₂とすると、ウエハの露光エネルギー量E₃は、以下のように表すことができる。

【0008】

【化1】

$$E_3 = E_1 - E_2$$

(3)

特開平11-87230

3

また、初期のレーザ光路上の酸素量を一定に保っても、露光を繰り返すことによりオゾン化する酸素が増え、レーザ光路上の酸素分子量は減少するため、感光体に到達する露光エネルギー量は露光中に増加していくという問題があった。図8へレーザ露光パルス数と酸素量の関係を示す。

【0009】以上示した通り、従来技術においては、レーザ光路上の酸素の影響により高精度な露光量制御を行うことが困難であった。また、同様な理由で、従来技術においては、高精度な照度ムラ計測を行うことが困難であった。

【0010】本発明の目的は、上記従来技術の課題を解決し、レーザ光路上の酸素による照射光への影響を抑制し、高精度に露光を行い得る露光装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成するため、本発明は、転写用パターンが形成されたマスクのマスクパターンを露光用の照明光により感光体上に転写する露光装置において、該照明光の光路上の酸素による該照明光の吸収が感光体上へ照射される照射光へ与える影響を抑制するために、該照明光の光量検出手段と照明光の光路上の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを具備する照射光制御手段を有することを特徴とする。

【0012】ここで、照射光制御手段は、酸素分子による照明光の吸収を補償して照射光が一定となるように、酸素濃度検出手段により検出された酸素濃度値に基づいて光量検出手段により検出される光量測定値の補正を行うものであるとしてもよく、あるいは、照明光の光路を外気から遮断するための気密室と該気密室内に酸素を導入する等の酸素濃度を調節する手段とを更に有し、この気密室中の酸素濃度が照射光へ影響を及ぼさない値以下である時のみ光量検出手段による光量計測を行うものであるとしてもよい。

【0013】また、露光用の照明光としては、通常、ArFレーザまたはF₂レーザ等のエキシマレーザを使用する。さらに、本発明のデバイス製造方法は、上記露光装置を使用して半導体デバイスを製造する方法である。具体的には、上記照射光制御手段により、露光量を制御したり、照度ムラ計測を行うものである。以上のように、本発明によれば、露光開始時の酸素濃度、あるいは、露光途中の酸素濃度変動に依らず、高精度な露光量制御、照度ムラ計測を行うことが可能となる。

【0014】

【実施例】

【実施例1】図1は本発明の一実施例に係わる露光装置の概略構成を示す。同図において、1はArF等のエキシマレーザ光源、2は集積回路パターンが形成されたレチクル、3は投影光学系、4はウエハであり、レチクル

4

2上に形成された集積回路パターンを投影光学系3を介してウエハ4上に投影露光されるようになっている。レーザ光源1からの光路上にはハーフミラー5が配置され、ハーフミラー5より反射される光路上には光量センサ6が配置されている。7は酸素濃度計であり、レーザ光路上の酸素濃度を計測するために使用される。8は酸素濃度計7の測定値に基づいて、光量センサ6の値を補正する光量補正器である。9は光量補正器8の値に基づいてレーザ光源1の次のエネルギー量を演算し、設定するCPUである。10は装置本体と外体を遮断するチャンバーである。11はウエハの位置決めを行うXYステージである。12は像面照度を計測するための照度センサで、XYステージ11上に構成される。

【0015】本例の露光装置は、レーザ光源1からレーザを複数パルス発することにより、ある所定の露光量でウエハ4を露光することを目的とする。露光中にウエハ4の実露光量を直接測定することは困難なため、本露光装置においては、ハーフミラー5によりレーザ光の一部を取り出し、その光を光量センサ6で測定することにより、間接的にウエハ4の露光量を計測している。このため、正確な露光量制御を行うためには、光量センサ6の測定値と、ウエハ4の実露光量の正確なマッチングが必要となる。

【0016】光源にArF等のエキシマレーザを用いた露光装置においては、前述した通り、チャンバー内部に存在する酸素の影響により、光量センサの測定値と、ウエハの実露光量のマッチング変動が生じる。このため、本実施例においては、酸素濃度計によりチャンバー内部の酸素濃度を測定し、この測定値を基に光量センサの値を補正する手段を用いる。

【0017】この補正手段として、例えば、図2に示すように、露光前にあらかじめチャンバー内部の酸素濃度をパラメータとする光量センサの測定値E₀とウエハの実露光量E₀のマッチング補正係数K=E₀/E₀を求めておき、露光時に酸素濃度を基準にマッチング補正係数を切り換えて使用する手段を用いることができる。

【0018】図2において、α、β、γは酸素濃度を表し、0<α<β<γの関係がある。また、この時、それぞれの酸素濃度に対応するマッチング補正係数の関係は、K_α>K_β>K_γ>0となる。

【0019】以上のことを、図3でアルゴリズムを用いてさらに詳しく述べる。まず、STEP1で、ウエハ4に露光すべき露光量を設定し、下記式により、必要なパルス数を算出する。

【0020】

【数2】

$$\text{パルス数} = \frac{\text{設定露光量}}{1/\text{パルスあたりの露光エネルギー}}$$

次いで、STEP2で、酸素濃度計7にて酸素濃度を計測する。次に、STEP3で、CPU9にて次に発射す

50

(4)

特開平11-87230

5

べきパルスのレーザ設定エネルギーを下記式により演算する。

【0021】

【数3】

$$\text{レーザエネルギー} = \frac{\text{設定露光量} - \text{累積露光量}}{\text{残りパルス数}}$$

【0022】STEP4では、STEP3でCPU9にて演算されたエネルギーを設定し、光源1よりレーザを1パルス発する。STEP5では、この発射されたレーザの光量E₀を光量センサ6にて計測する。次に、STEP6で、酸素濃度計7の酸素濃度計測値を基に、光量補正器8で光量センサ6の光量計測値を補正する。この補正手段としては、例えば、酸素濃度をパラメータとする。光量センサ6の測定値E₀とウエハ4の実露光量E₀とのマッチング補正係数Kを、露光前にあらかじめ求めておき、このマッチング補正係数Kを切り換えて利用する。ここではKをE₀を補正露光量とする。なお光量補正器8は、CPU9内部にソフトウェア的に構成することができ、また、オペアンプ等で構成しハードウェア的に独立に設けることもできる。次に、STEP7で、補正された露光量KE₀をもとに累積露光量を演算する。STEP8で蓄積露光量が設定露光量に達したか判断する。蓄積露光量が設定露光量に達していない場合は、STEP2へ戻る。設定露光量に達した場合は露光完了である。以上のように、本実施例によれば、露光開始時の酸素濃度、あるいは、露光途中の酸素濃度変動に依らず、高精度な露光制御を行うことが可能となる。

【0023】（実施例2）通常、半導体露光装置においては、装置の光学的性能を評価するためにウエハ像面の照度ムラ計測が行われる。本実施例の照度ムラ計測においては、照度センサ12を像面に配置し、この照度センサ12を露光領域内の複数の測定点へステップ駆動させ、それぞれの測定点にて照度計測を行い、像面の照度分布を求めている。照度センサ12にて像面照度W₀を計測するのに加えて、光源1から発せられるエキシマレーザの光量はばらつきによる測定誤差を取り除くため、光量センサ6にて光源の照度W₀を併せて計測し、これらの値を用いて照度ムラを求めている。

【0024】ところが、照度ムラ計測においても、前述した通り、チャンバー10内部に存在する酸素の影響により測定誤差が発生するため、酸素分子濃度をパラメータとする計測値の補正が必要となる。補正手段として、例えば、実施例1で求めた、酸素濃度をパラメータとするマッチング補正係数Kをそのまま用いることができる。

【0025】以下に、本実施例に係る上記計測値の補正処理を、図4のアルゴリズムを用いてさらに詳しく述べる。まず、STEP21で、露光領域内のある測定点に照度センサ12を駆動し、STEP22で、酸素濃度計7にてレーザの光路上の酸素濃度を計測する。次に、S

6

STEP23で、光源1よりエキシマレーザを発する。STEP24では、発したレーザの光源照度W₀を光量センサ6にて計測し、同時に照度センサ12にて像面照度W₀を計測する。次いで、STEP25では、STEP22で計測した酸素濃度計測値を基に、光量補正器8で照度計測値を補正する。ここではW₀/(KW₀)を測定点の補正照度とする。そして、STEP26で、照度ムラを求めるのに必要な露光領域内の全測定点の照度計測が完了したか判断する。完了していない場合はSTEP21へ戻る。また、完了した場合は、STEP27で照度ムラを演算する。以上のように、本実施例によれば、露光開始時の酸素濃度、あるいは、露光途中の酸素濃度変動に依らず、高精度な照度ムラ計測を行うことが可能となる。

【0026】（実施例3）本実施例においては、チャンパー10内部の酸素濃度が、露光量制御、あるいは、照度ムラ計測のための光量測定に影響を及ぼさない値以下の時のみ、光量計測を許可する手段を用いる。チャンパー10内部の酸素濃度を減少させるためには、例えば、チャンパー10内部に窒素N₂を注入すればよい。

【0027】以下に、本実施例に係る上記酸素濃度の調節処理を、図5のアルゴリズムを用いてさらに詳しく述べる。上述の露光制御の処理、あるいは照度ムラ計測を行う際に、チャンパー10内の酸素濃度がある設定値を超える場合、まず、STEP41で、チャンパー10内に窒素を注入する。次に、STEP42で、酸素濃度計7にてチャンパー10内の酸素濃度を計測して、STEP43で、酸素濃度が光量計測に影響を及ぼさない、ある設定値以下であるかを判断する。この光量計測に影響を及ぼさない酸素濃度は、例えば、露光前にあらかじめ求めておき、これを利用することができる。酸素濃度がこの設定値を超える時は、光量計測を行わずSTEP41へ戻る。酸素濃度が設定値以下である時は、STEP44へ進み、露光量制御、あるいは、照度ムラ計測の光量計測を行う。以上の手段により、露光開始時の酸素濃度、あるいは、露光途中の酸素濃度変動に依らず、高精度な露光量制御、あるいは、照度ムラ計測を行うことが可能となる。

【0028】（実施例4）本実施例においては、複数の酸素濃度計を設けることにより、より高精度な酸素濃度による光量補正を可能としている。図1においては、装置全体をチャンパー10にて外体と遮断する装置概略図を示した。ところが、通常の露光装置においては、レチクル2を搬送交換するためのレチクル搬送系ウエハ4を搬送交換するためのウエハ搬送系等を必要とするため、装置の構成面から、図6に示すように、レーザ光路の一部のみをチャンパー10にて覆う手段が用いられることがある。この装置構成においては、チャンパー10に対して、窒素を注入し酸素濃度を減少させることができるが、レチクル2、および、ウエハ4周辺は酸素濃度を減

(5)

特開平11-87230

7

8

小さくすることはできない。

【0029】本実施例においては、3つの酸素濃度計7(A、B、C)を用いる。酸素濃度計7Aにて、チャンパー10内部の酸素濃度を測定する。酸素濃度計7Bにて、レチクル2周辺の酸素濃度を測定する。酸素濃度計7Cにて、ウェハ4周辺の酸素濃度を測定する。

【0030】ここで、チャンパー内部に窒素を注入し、酸素濃度計7Aの酸素濃度測定値がある設定値以下である時のみ光量計測を行う。また、酸素濃度計7B、酸素濃度計7Cそれぞれの酸素濃度測定値(α_{1A} 、 α_{1B} 、 α_{1C})に、それぞれ測定点でのレーザ光路長(l_{1A} 、 l_{1B} 、 l_{1C})を乗じて、チャンパー外の光路上の酸素量を、 $\alpha_{1A} \times l_{1A} + \alpha_{1B} \times l_{1B} + \alpha_{1C} \times l_{1C}$ として演算し、計算した光路上の酸素量に基づいて、補正を行う。このような補正を行うことにより、より正確な酸素濃度による光量補正が可能となる。

【0031】(実施例5)実施例3においては、窒素流入により減少する酸素濃度を直接測定したが、本実施例では、チャンパーへの窒素流入量を測定し、この測定値を用いて光量センサによる計測処理開始の判断を行うものである。

【0032】(実施例6)次に、上記説明した露光装置を利用したデバイスの生産方法を説明する。図10は微小デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造のフローを示す。ステップ51(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ52(マスク製作)では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ53(ウェハ製造)ではシリコンやガラス等の材料を用いてウェハを製造する。ステップ54(ウェハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウェハを用いて、リソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。次のステップ55(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ54によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ56(検査)では、ステップ55で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ57)される。

【0033】図11は上記ウェハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ61(酸化)ではウェハの表面を酸化させる。ステップ62(CVD)ではウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ63(電極形成)ではウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ64(イオン打込み)ではウェハにイオンを打ち込む。ステップ65(レジスト処理)ではウェハに感光剤を塗布する。ステップ66(露光)では上記説明した露光の適否を確認

する手段を有する露光装置によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ67(現像)では露光したウェハを現像する。ステップ68(エッチング)では現像したレジスト膜以外の部分を削り取る。ステップ69(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップ61~69を繰り返すことにより、ウェハ上に多量に回路パターンが形成される。本実施例ではこの繰り返しの各プロセスにおいて、上記述べたように露光(ステップ66)時に、正確な露光量で露光を行えるため、高精度のデバイスを製造することが可能となる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、照明光の光路上の酸素濃度を測定し、この測定値に基づいて光量測定値を補正する手段、あるいは、照明光の光路上の酸素濃度を測定し、酸素量が露光量制御、照度ムラ計測に影響を及ぼさない量以下である時のみ、光量計測を許可する手段を用いることにより、露光開始時の酸素濃度あるいは露光途中の酸素濃度変動に依らず、高精度な露光量制御、照度ムラ計測を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係わる露光装置の概略構成図である。

【図2】 酸素濃度をパラメータとする、光量センサの測定値とウェハの真露光量のマッチング係数を示す図である。

【図3】 実施例1に係わる露光量制御シーケンスを示す図である。

【図4】 実施例2に係わる照度ムラ計測シーケンスを示す図である。

【図5】 実施例3に係わる光量計測シーケンスを示す図である。

【図6】 実施例4に係わる露光装置の概略構成図である。

【図7】 酸素量と露光エネルギー量の関係を示す図である。

【図8】 レーザパルス数と酸素量の関係を示す図である。

【図9】 従来の露光装置の概略構成図である。

【図10】 微小デバイスの製造工程を示すフローチャート。

【図11】 図10のウェハプロセスの詳細なフローチャート。

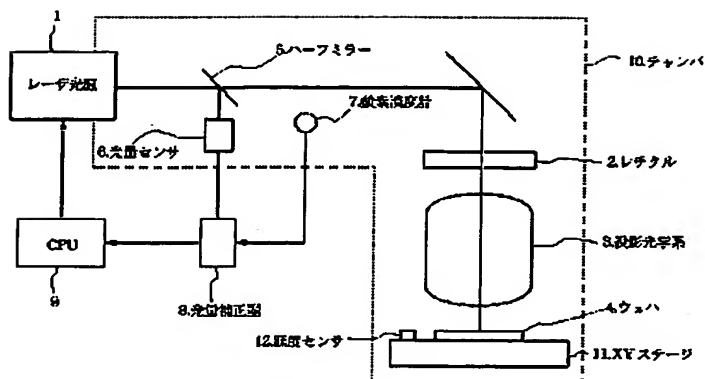
【符号の説明】

1:レーザ光源、2:レチクル、3:投影光学系、4、54:ウェハ、5、52:ハーフミラー、6、53:光量センサ、7:酸素濃度計、8:光量補正器、9:CPU、10:チャンパー、11:XYステージ、12、56:照度センサ、51:光源、55:光学系。

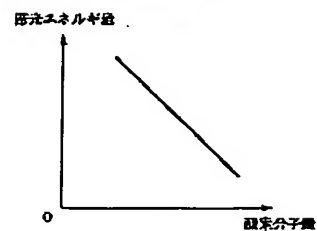
(5)

特開平11-87230

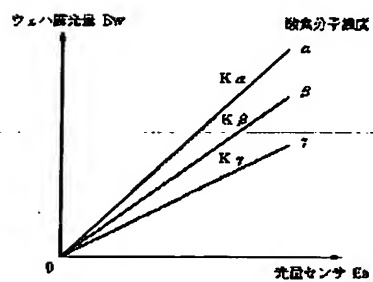
【図1】



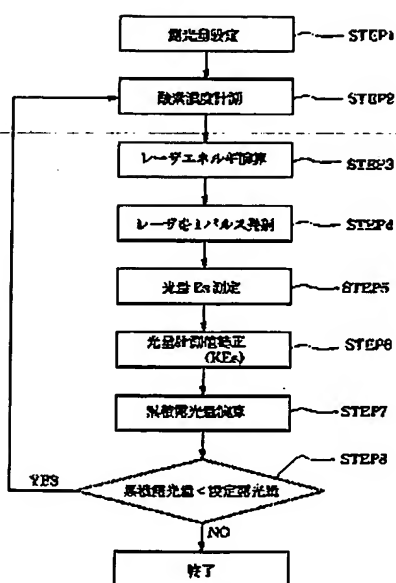
【図7】



【図2】



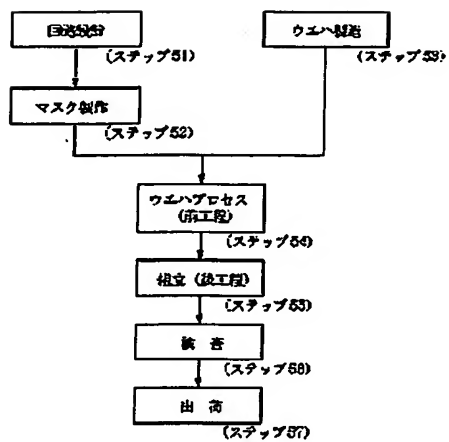
【図3】



(8)

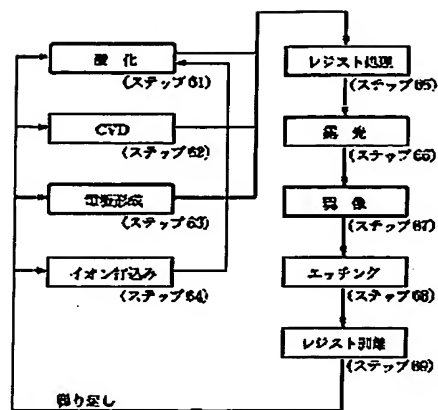
特開平11-87230

【図10】



半導体デバイス製造フロー

【図11】



ウエハプロセス

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.